

▣ VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky

**Popis možnosti technologie A-GPS**  
Description of A-GPS Technology Possibilities

2012

Vojtěch Hrazdil

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra telekomunikační techniky

## Zadání bakalářské práce

Student: **Vojtěch Hrazdil**  
Studijní program: B2647 Informační a komunikační technologie  
Studijní obor: 2601R013 Telekomunikační technika  
Téma: **Popis možnosti technologie A-GPS**  
**Description of A-GPS Technology Possibilities**

Zásady pro vypracování:

1. Popište základní architekturu A-GPS technologie.
2. Popište přenosový kanál a strukturu přenášených dat technologie A-GPS.
3. Popište možnosti přenosu A-GPS dat v jiném než datovém kanále.
4. Porovnejte dobu fixace polohy pomocí technologie GPS a A-GPS.


Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů vedoucího bakalářské práce.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lukáš Kapičák**

Datum zadání: 18.11.2011  
Datum odevzdání: 04.05.2012

  
prof. RNDr. Vladimír Vašínek, CSc.  
vedoucí katedry




  
prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Dne: 3.5.2012

  
.....  
Vojtěch Hrazdil

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval panu Ing. Lukáši Kapičákovi za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této bakalářské práce.

## Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá podrobným zpracováním základních architektur AGPS technologie. Dalším bodem této bakalářské práce je popis přenosového kanálu a struktury přenášených dat technologie AGPS. V dalších kapitolách se zabírám měřením a porovnáváním doby fixací technologií GPS a AGPS. Závěr práce se věnuje teoretické možnosti přenosu asistenčních dat v jiném, než v datovém kanále.

## Klíčová slova

GPS, AGPS, SUPL, SLP, SET, RRLP

## Abstract

This Bachelor thesis deals with detail processing of basic architectures AGPS technology. Next point of this Bachelor Thesis is description of transmission channel and structure of transmitted data of AGPS technology. Next chapters deals with measurement and comparison of fixation time of GPS and AGPS technologies. End of thesis is about theoretical possibilities of transmission of assistance data in other than data channel.

## Key Words

GPS, AGPS, SUPL, SLP, SET, RRLP

## Seznam použitých zkratek

|         |   |
|---------|---|
| AGPS    | Assisted GPS                            |
| ASN.1   | abstraktní syntaktická notace verze 1   |
| A-S     | ochrana před zneužitím kódu             |
| C/A     | sekvence pseudonáhodných čísel          |
| CDMA    | kódové dělení přenosových kanálů        |
| Cell ID | unikátní číslo používané k identifikaci |
| EDGE    | příslušenství GPRS sítě                 |
| GMLC    | Gateway mobilní lokační centrum         |
| GNSS    | globální navigační satelitní systém     |
| GPRS    | mobilní datová služba                   |
| GPS     | globální polohovací systém              |
| GSM     | globální systém pro mobilní komunikaci  |
| HOW     | slovo, které nese časovou hodnotu TOW   |
| ID      | identifikační číslo                     |
| IGS     | mezinárodní GNSS služby                 |
| INIT    | inicializace                            |
| IP      | internetový protokol                    |
| LBS     | lokalizační služba                      |
| MHD     | městská hromadná doprava                |
| MLP     | mobilní lokalizační protokol            |
| MMS     | multimediální zpráva                    |
| OMA     | mobilní uskupení                        |
| Open GL | knihovna pro vykreslení grafiky         |
| O2      | název mobilního operátora               |
| PC      | počítač                                 |
| PDA     | osobní digitální zařízení               |
| PPG     | Push Proxy Gateway                      |
| PRN     | pseudonáhodná čísla                     |
| RRC     | kontrolní řízený rádiový protokol       |

|         |   |
|---------|---|
| RRLP    | rádiově řízený servisní lokalizační protokol                          |
| SD      | digitální karta   |
| SET     | SUPL terminál   |
| SLIA    | norma pro lokalizační odpověď   |
| SLIR    | standard pro okamžitou žádost   |
| SLP     | SUPL lokalizační platforma  |
| SMLC    | servisní lokalizační mobilní centrum                                  |
| SMPP    | protokol pro krátké zprávy Peer-to-Peer                               |
| SMS     | služba krátkých textových zpráv                                       |
| SQLite  | databázový systém   |
| SS7     | signalizační systém číslo 7   |
| SUPL    | Secure User Plane lokalizace  |
| TCP/IP  | sada protokolů pro komunikaci v síti                                  |
| TIA 801 | definovaný protokol pro síť CDMA2000                                  |
| TLM     | telemetrické slovo nesoucí synchronizační vzor                        |
| TOW     | časová hodnota  |
| TTFF    | čas první fixace, tzv. studený start                                  |
| UDP     | diagramový internetový protokol                                       |
| ULP     | User Plane lokalizační protokol                                       |
| WAP     | systém pro zajištění provozu elektronických služeb na mob. telefonech |
| WWRN    | celosvětová síť referenčních stanic                                   |
| 3GPP    | dohoda o spolupráci několika organizací pro telekomunikační standardy |

# Obsah

|   |    |
|---|----|
| 1 Úvod.....   | 1  |
| 2 GPS .....   | 2  |
| 2.1 Historie .....  | 2  |
| 2.2 Princip GPS .....   | 2  |
| 2.2.1 Kosmický segment .....  | 2  |
| 2.2.2 Řídící segment .....  | 5  |
| 2.2.3 Uživatelský segment.....                                      | 5  |
| 3 AGPS .....  | 6  |
| 3.1 Princip AGPS .....  | 6  |
| 3.2 Referenční síť .....  | 7  |
| 3.3 AGPS síť.....   | 8  |
| 3.3.1 AGPS s online asistenčními daty.....                          | 8  |
| 3.3.2 AGPS s offline asistenčními daty .....                        | 9  |
| 4 Architektura.....   | 10 |
| 4.1 Control- Plane architektura.....                                | 10 |
| 4.2 User- Plane architektura .....                                  | 10 |
| 4.3 SUPL architektura .....   | 10 |
| 4.3.1 SUPL vs. Control Plane.....                                   | 11 |
| 4.3.2 SLP architektura .....  | 12 |
| 4.3.3 Pohyb v síti.....   | 13 |
| 4.3.4 Tok RRLP .....  | 15 |
| 4.3.5 Chyba RRLP.....   | 16 |
| 5 Měření GPS/AGPS dat pomocí Android zařízení .....                 | 17 |
| 5.1 Architektura .....  | 17 |
| 5.2 Instalace aplikací .....  | 17 |
| 6 Měření doby fixací GPS a AGPS pomocí Android zařízení.....        | 19 |
| 7 Možnost přenosu asistovaných dat v jiném než datovém kanále ..... | 24 |
| 8 Závěr.....  | 27 |
| Použitá literatura.....   | 28 |



## Seznam Ilustrací

|   |    |
|---|----|
| Obr. 1: Závislost TTFF na síle signálu .....                          | 7  |
| Obr. 2: IGS referenční stanice .....                                  | 7  |
| Obr. 3: AGPS síť .....  | 8  |
| Obr. 4: Online princip, AGPS asistenční data předávána průběžně ..... | 9  |
| Obr. 6: User-Plane architektura .....                                 | 10 |
| Obr. 7: Blokové schéma SLP architektury .....                         | 12 |
| Obr. 8: Struktura síťové žádosti .....                                | 13 |
| Obr. 9: SET- zahájení požadavku .....                                 | 14 |
| Obr. 10: Rozmístění družic .....                                      | 3  |
| Obr. 11: Rozmístění monitorovacích zařízení .....                     | 5  |
| Obr. 12: ULP/RRLP tok .....   | 16 |
| Obr. 13: GPS Status- správa GPS .....                                 | 24 |
| Obr. 14: Shark For Root .....   | 25 |
| Obr. 15: Zachycená AGPS data .....                                    | 25 |

## Seznam Tabulek

|  |    |
|--|----|
| Tabulka č. 1: Volné prostranství .....         | 20 |
| Tabulka č. 2: Středně zastavěné oblasti .....  | 21 |
| Tabulka č. 3: Extrémně zastavěné oblasti ..... | 22 |

# 1 Úvod

V dnešní době se díky GPS přijímačům stává určení polohy takřka běžnou záležitostí. Tento systém je levný pro koncové uživatele, protože nic neplatí za příjem signálu. Na některých místech je ovšem tento systém určování polohy nedostačující. Tato místa se nacházejí hlavně v hustě zastavěných oblastech (velkoměsta), údolích a podobně. Do těchto oblastí a míst se signál, vysílaný družicemi, dostává obtížně. Běžnými GPS přijímači zpracování tohoto signálu trvá hodně dlouho. To je velmi nepraktické, protože v dnešní době jsou velké požadavky na přesnou a rychlou možnost navigace jako je např. navigování automobilů, autobusů a trolejbusů MHD, dále pak k určení polohy chodců a jiných prostředků k dopravě. A právě AGPS je jedním ze způsobů, jak tento problém vyřešit.

Cílem práce je poskytnout ucelený přehled o principu a fungování AGPS. V této práci budou popsány základní architektury AGPS, struktura přenášených dat technologie AGPS a přenosový kanál. Bude zde také popsána možnost, jak by se mohla přenášet AGPS data do úložiště AGPS dat v jiném, než datovém kanále.

Praktická část bude zaměřena na měření a porovnávání doby fixace polohy pomocí technologie GPS a AGPS.

## 2 GPS

Globální navigační systém je pasivní rádiový systém pro určování polohy, rychlosti a času.

### 2.1 Historie:

Vznik navigačních satelitních systémů se datuje do druhé poloviny dvacátého století. U zrodu satelitních navigačních systémů stály hlavně armádní zájmy. V roce 1960 začalo americké námořnictvo na oběžnou dráhu umisťovat družice systému TRANSIT. Hlavním úkolem systému TRANSIT bylo určování polohy lodí a plavidel. Pro civilní použití byl systém TRANSIT uvolněn roku 1964 a v dnešní době je užíván hlavně majiteli civilních jachet. Systém TRANSIT byl s odstupem času následován řadou dalších systémů. Nejpoužívanějším a nejrozsáhlejším systémem se stal globální polohovací systém GPS - NAVSTAR.

První fáze počátku vývoje GPS se datuje do roku 1973, kdy tato první fáze zahrnovala vypuštění čtyř pokusných družic a v tuto dobu se také rozběhl vývoj uživatelských zařízení. Do začátku druhé vývojové fáze, která se datuje do roku 1979, bylo vypuštěno jedenáct družic. V druhé fázi se počet družic zvýšil na 24. V této fázi byla také vybudována pozemní řídicí střediska. V prosinci roku 1993 se poprvé dosáhlo trojrozměrného zaměřování. V dnešní době jsou na oběžné dráze družice třetí a čtvrté generace.

Technologie GPS byla zpočátku používána pouze jen jako vojenský lokalizační a navigační prostředek a byl určen ke sledování pozic vojenských jednotek, zaměřování cílů atd. V 80. letech minulého století americká vláda rozhodla o jeho uvolnění k užívání civilními uživateli.[2]

### 2.2 Princip GPS

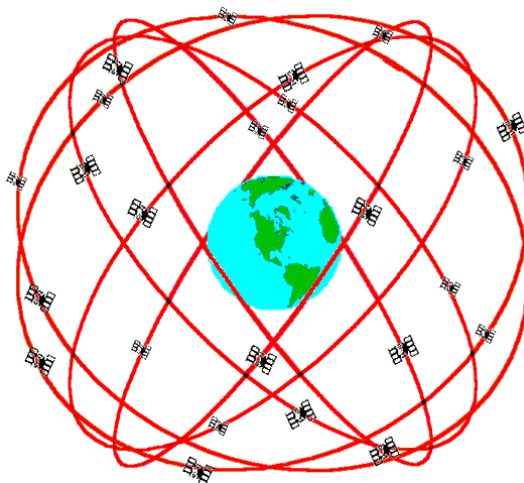
Globální navigační systém je tvořen třemi segmenty:

- kosmický
- řídicí
- uživatelský

#### 2.2.1 Kosmický segment

Tento segment GPS je tvořen družicemi, které jsou umístěné na šesti kruhových oběžných drahách, které mají 55 stupňů sklon k rovníku. Tyto družice se pohybují rychlostí 11 300 km/h a jsou vzdáleny od povrchu Země 20 190 km. Za jeden den oběhne každá družice Zemi dvakrát, kdy jeden oběh trvá 11 hodin a 58 minut. Z tohoto důvodu je na stejném místě oběžné dráhy další den vždy o čtyři minuty dříve. Každá ze šesti kruhových drah má pět pozic pro umístění družic. Z toho plyne, že za současné konfigurace je maximální možný počet družic GPS, na oběžné dráze, roven počtu třiceti kusů. Pozice č. 5 je u každé dráhy záložní, k dosažení plné operační způsobilosti postačuje 24 funkčních družic. Celý segment je vytvořený tak, aby byly vidět alespoň čtyři družice z každého místa na Zemi. Pro určení dvojrozměrné polohy

(nejčastěji zeměpisná šířka a délka) postačí příjem signálu z minimálně třech družic (vypočtení třech pseudovzdáleností). Pro určování trojrozměrné polohy (+ výška) je potřeba aspoň příjem signálu ze čtyř družic. Příjem menšího počtu družic znemožňuje výpočet polohy. Vyšší počet družic určování polohy zpřesňuje [11].



obr. 10. Rozmístění družic [12]

Přesné atomové hodiny jsou srdcem každé družice. Jejich počet na každé družici je 3 nebo 4 a to buď s cesiovým nebo rubidiovým oscilátorem. Tyto atomové hodiny mají za úkol se starat o dlouhodobou frekvenční stabilitu vysílaného signálu. Těmito oscilátory se vytváří základní frekvence pásma, která má hodnotu  $L = 10,23 \text{ MHz}$ . Každá družice GPS nepřetržitě vysílá signály  $L_1$  a  $L_2$  na frekvencích

- $L_1 = 1\,575,42 \text{ MHz}$
- $L_2 = 1\,227,60 \text{ MHz}$

Nosná vlna je modulována fázovou modulací – vždy, když dojde ke změně binárního vysílaného kódu, posune se zároveň o polovinu vlnové délky její fáze. Pro modulaci vlnové délky je používáno několik pseudonáhodných kódů, které se nazývají PRN kódy. PRN kód moduluje nosnou vlnu signálu GPS a tento signál je jedinečný pro každou družici. Do oblasti PRN kódů patří např. kódy C/A nebo P (Y), které zajišťují pro přijímač GPS jednoznačnou identifikaci družice vysílající daný kód.

- C/A kód- tento kód vzniká kombinací výstupů ze dvou registrů tak, že výsledná hodnota je výsledkem jejich binárního součtu. C/A kód je modulován pouze na nosné frekvenci  $L_1$  a tento kód není šifrován. Díky tomu, že C/A kód není šifrován, tak je umožněn jeho příjem i neautorizovaným uživatelům (autorizovaný uživatel má přístup k vojenským kódům). Pomocí C/A kódu se horizontální přesnost měření pohybuje v řádech jednotek metrů. Velikost C/A kódu je 1023 bitů a je opakován každou tisícinu vteřiny.

- P kód- se moduluje na obou nosných vlnách  $L_1$  a  $L_2$ . P kód je určen pouze pro autorizované uživatele. Díky dvou frekvencím, které se používají při měření, je umožněno odstranění ionosférické a troposférické refrakce. Toto odstranění zajišťuje velmi přesné určení polohy. Stejně jako C/A není P kód šifrován. P kód se vytváří kombinací bitových sekvencí dvou registrů. Taktovací frekvence je 10,23 MHz. Doba opakování P kódu je zhruba 267 dní. Kompletní délka kódu je rozdělena na 37 částí. Každé družici je přidělena jedna z částí P kódu na jeden týden. Každá družice tedy vysílá jinou část z celkové délky P kódu. Pokaždé o sobotní půlnoci dochází ke změně vysílané části kódu. Bez použití metody A-S (Anti-Spoofing je ochrana před případným podvržením nebo zneužitím) není tento kód šifrován a není tak zaručena jeho 100 % autentičnost. Z tohoto důvodu je metoda Anti- Spoofing neustále zapnuta a místo P kódu je vysílán šifrovaný Y kód. K rozluštění Y kódu je zapotřebí tzv. W kód, který je podporován pouze v autorizovaném přístroji. Tyto přístroje pak z Y a W kódů vytvoří P kód použitelný pro navigaci. P kód měří zdánlivou vzdálenost mezi družicí a přijímačem vyšší přesností než C/A kód z důvodu:
  - použití rychlejšího a delšího kódu
  - možnosti měřit na obou nosných frekvencích  $L_1$  a  $L_2$
- Navigační zpráva- tato zpráva se vysílá frekvencí 50 Hz a její délka je 1500 bitů. Navigační zpráva se skládá z pěti subframů, každý po 300 bitech. Jednotlivé subframy jsou tvořeny desítkou třicetibitových slov. První v každém subramu je telemetrické slovo TLM, nesoucí synchronizační vzor a diagnostické zprávy. Za ním následuje slovo HOW (hand-over word), které kromě identifikačních údajů subramu a nejrůznějších indikátorů nese i časovou hodnotu TOW (time of week) platnou pro začátek dalšího subramu. Hodnota TOW představuje počet časových úseků dlouhých 1,5 sekundy uplynulých od začátku týdne GPS. Navigační zpráva obsahuje data, která se vztahují k dané družici, ale i informace o dalších družicích. Například:
  - korekce hodin [11]
  - W kód [11]
  - model ionosféry [11]
  - efemeridy (obsahují velmi přesná data o poloze dané družice) [11]
  - informace o stavech družic [11]
  - almanach [11]

### 2.2.2 Řídící segment

Řídící segment je tvořen pěti monitorovacími stanicemi, čtyřmi pozemními vysílači a hlavní řídicí středisko. Monitorovací stanice jsou umístěny rovnoměrně po obvodu Země, a hlavně v blízkosti rovníku. Hlavní řídicí středisko je na Schrieverově letecké základně v Coloradu.



obr. 11. Rozmístění monitorovacích zařízení[12]

Hlavním úkolem řídicího segmentu je sledovat dráhy družic a stav jejich atomových hodin. Stará se také o provedení korekcí v dráze letu i vysílání signálu družic a zajišťuje také synchronizaci atomových hodin. Kontrolní segment je odpovědný i za nejrušnější provozní opatření, z nichž jsou nejpodstatnější správa a údržba družic. Dále se podílí na přípravě vypuštění nových družic.[11]

### 2.2.3 Uživatelský segment

Tento segment je složen z GPS přijímačů jednotlivých uživatelů umožňujících přijmout signály z družic a posléze z nich získat informace o své poloze a také o čase. Tento segment je tvořen pasivním přijímačem schopným přijmout a dekodovat signály z družic. Za tento provoz se neplatí žádné poplatky. Přijímače nemusí komunikovat s družicemi, tak díky tomu je systém GPS schopen obsluhovat neomezený počet uživatelů.

Využití GPS je opravdu velké. Např.

- v leteckém průmyslu pomáhají při řízení většiny manévřů, která letadla musí provést. Dále při vzletávání a přistávání. Letadla jsou hlídána GPS během letu a to pomáhá dodržování tras a hlavně bezpečnosti
- volný čas- např. outdoor, kdy jsou „nadšenci“ díky GPS schopni dosáhnout zadaného cíle jak ve dne, tak i v noci, aniž by ztratili svou pozici.
- pozemní doprava- zde se využívá GPS při sledování pohybu a polohy vozidel, navigace a k plánování tras.

GPS se také používá pro vojenské účely, v zemědělství, v zeměměřičství, mapování, v železniční dopravě, v námořní dopravě, ke sledování přírodních jevů a další [2], [11].

## 3. AGPS

### 3.1 Princip AGPS

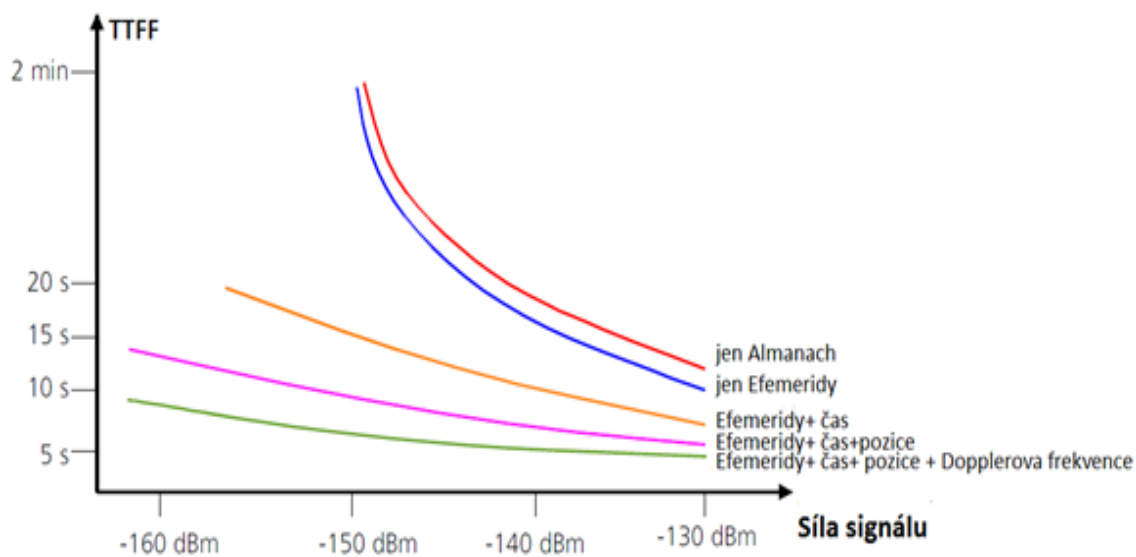
Jak již bylo zmíněno v úvodu, tak je AGPS jedním ze způsobů, jak vyřešit problémy navigace v určitých oblastech – hlavně jsou to zastavěné oblasti, údolí a podobně. Rychlé určení polohy pro slabé signály lze dosáhnout pomocí dalších údajů o družicích GPS. GPS zařízení totiž při tzv. studeném startu hledá signál z družice pomocí prohledávání tzv. frekvenčně kódového prostoru pomocí rozsáhlé paralelní korelace. Běžný GPS přijímač obsahuje pouze dva korelátory na každý kanál, který musí prohledat každý z 1023 možných kódových zpoždění a pro nalezení signálu je třeba projít všechny sousední frekvenční pásma.

AGPS pracuje na principu poskytování nápovědy, ve kterých frekvenčních pásmech se má hledat. Odstup frekvenčního signálu je znám díky Dopplerovu posunu- vzniká neustálým pohybem družic (Dopplerův jev popisuje změnu frekvence a vlnové délky přijímaného o proti vysílanému signálu způsobenou nenulovou vzájemnou rychlostí vysílače a přijímače). Tyto údaje a informace jsou předány komunikační kanály například prostřednictvím GPRS, CDMA nebo UMTS [14].

Asistenční data obsahují následující informace:

- konstelace satelitů
- informace o čase
- přesná orbitální data
- Dopplerova frekvence a frekvenční chyba GPS přijímače
- Almanach – informace o jednotlivých družicích a další data

V závislosti na úplnosti a složitosti pomocných údajů je přípravný čas významný. Čím více je asistenčních dat k dispozici, tím je tzv. studený start (TTFF) rychlejší. Na obrázku 1. vidíme přibližný čas tzv. studeného startu v závislosti používání různých asistenčních dat [1], [3].



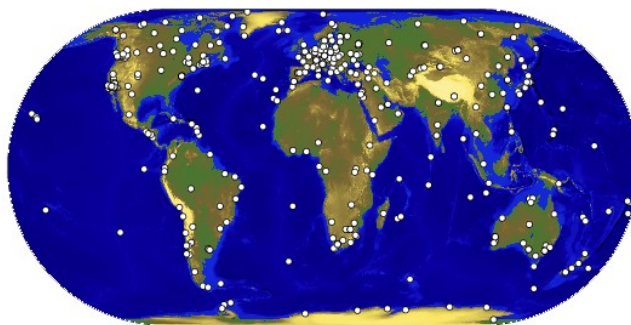
obr. 1 Závislost TTFF na síle signálu [3]

Mobilní stanice s integrovaným GPS zařízením ještě potřebuje mít přímou viditelnost na nejméně čtyři satelity.

Největší úspora času plyne z informací, která poskytují družicová data. Kromě toho, rozsah hledání může být omezen, pokud je známa Dopplerova frekvence a posuv kmitočtu přijímače GPS – tím je nalezení signálu urychleno, což vede k velké úspoře času. [3], [13]

### 3.2 Referenční síť

Pro předpověď satelitních drah a pro poskytování real-time GPS dat (asistenční data) je potřeba rozsáhlá, celosvětová síť monitorovacích stanic, které budou neustále monitorovat pohyb satelitů a to velmi přesně. Lokačních server předpovídá pohyb satelitů na několik příštích dnů. Taková síť se jmenuje IGS (obr. 2) a patří do GNSS sítí. IGS (International GNSS service) je mezinárodní organizace, která sleduje a vyhodnocuje kosmické segmenty GNSS. Stav družic ke dni 18. 3. 2012 - 368 aktivních stanic [10].

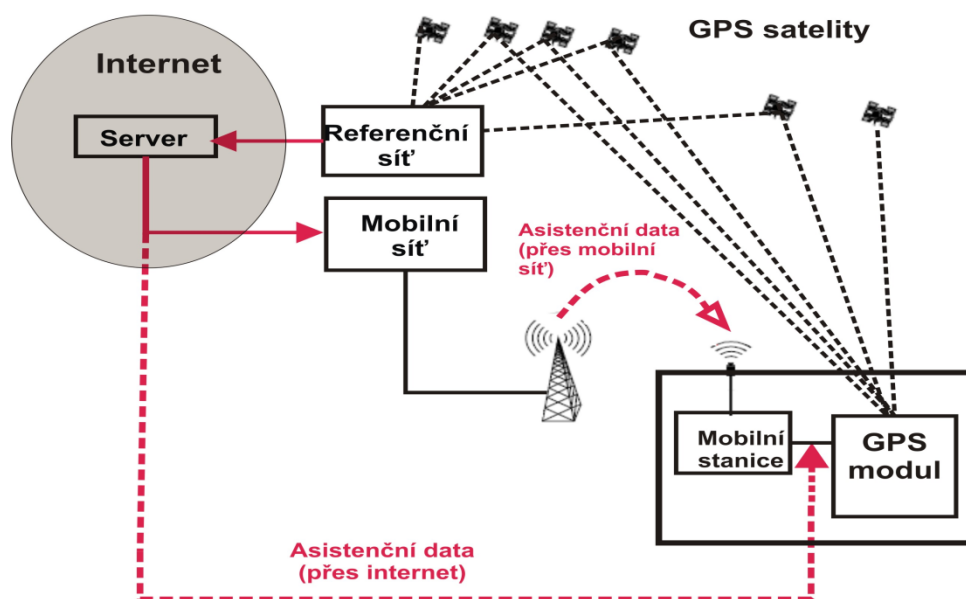


obr. 2 IGS referenční stanice [10]



### 3.3 AGPS síť

Typický AGPS systém, jak je znázorněn na obr. 3, se skládá z globální referenční sítě GPS přijímačů, centrálních serverů, které nám poskytují asistenční data, a zařízení podporující AGPS. Přijímač GPS v globální referenční síti přijímá příslušné satelitní informace a předává jejich umístění serveru. Server vypočítává asistenční data a přenáší je (přes mobilní síť nebo přes internet) pak do zařízení obsahující AGPS přijímač, které pak vypočítá prvotní informace o poloze [3].



obr. 3 – AGPS síť

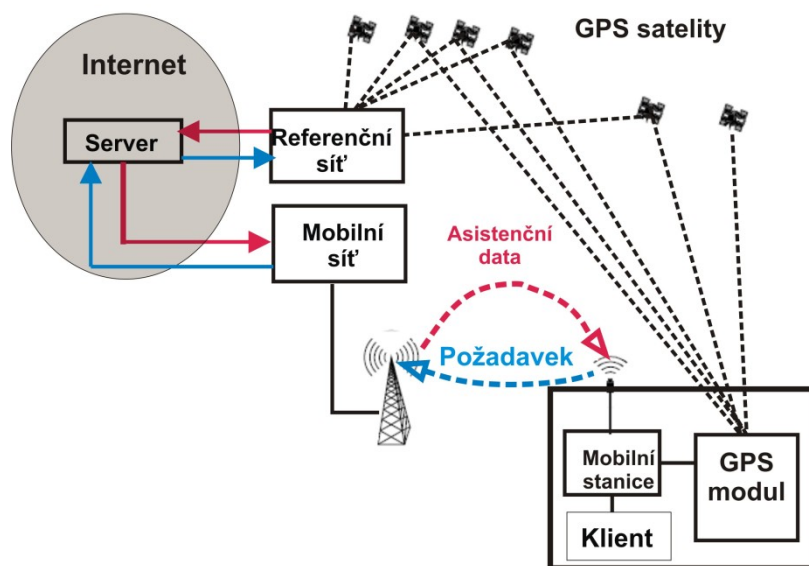
Pomocné údaje určují globálně distribuované referenční stanice GPS.

K vložení pomocných údajů se používají dvě techniky:

- On-line princip
- Off-line princip

#### 3.3.1 AGPS s online asistenčními daty (AGPS v reálném čase)

V online principu jsou asistenční data přímo v reálném čase stažena, vyžaduje-li to poloha serveru a jsou platné pouze po krátkou dobu. Nevýhodou tohoto principu je relativně pomalé připojení k bezdrátovému spojení (např. u GPRS je to až 30 sekund) nebo nedostatečná dostupnost přístupu k internetu.



obr. 4 – Online princip, AGPS asistenční data předávána průběžně

Provoz online AGPS (obr. 4):

- Mobilní stanice v GPS přijímači požádala o asistenční data umístěná v serveru. Pro aktivaci funkce je potřeba mít nainstalovaný na mobilní stanici doprovodný program (tzv. klient)
- server pošle klientovi v mobilní stanici asistenční data (velikost cca 1-3 kB). Klient předá data do GPS modulu.
- Modul GPS může použít asistenční data k určení polohy [3].

### 3.3.2 AGPS s offline asistenčními daty (předpokládané dráhy)

AGPS s offline asistenčními daty obsahují předpokládaná orbitální data (předpokládané oběžné dráhy). Tyto orbitální údaje jsou získány z informací referenčních sítí a aktuálního Almanachu. Po stažení dat je spojení se serverem ukončeno. Při příštím spuštění GPS přijímače se dají z těchto dat předpovědět a zjistit aktuální údaje dráhy družic. Z tohoto důvodu se nemusí čekat, až se načtou data přímo z družice, ale může se rovnou začít s navigací. Asistenční údaje mohou být platné, v závislosti na poskytovateli, mezi deseti až dvaceti dny s přihlédnutím, že přesnost polohy s postupem času klesá [1], [3].

Princip offline AGPS:

- klient požádá lokační server o pomocné údaje
- server pošle pomocné údaje klientovi
- klient předá asistenční údaje do modulu GPS
- modul GPS může mít tyto údaje až 14 dnů. V této době tedy není nutné navázání spojení se serverem.

## 4 Architektura

Ke zprostředkování asistenčních dat existují dvě různé architektury:

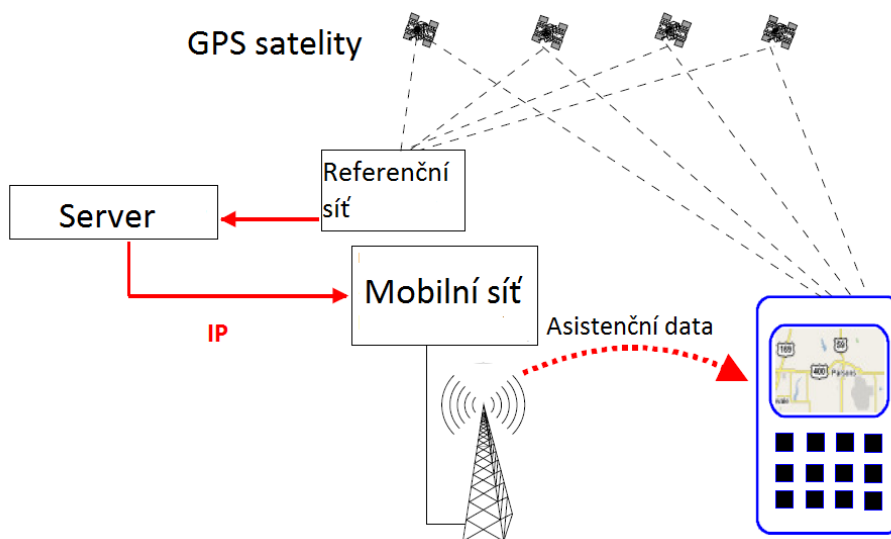
- Control-Plane architektura
- User-Plane architektura

### 4.1 Control-Plane architektura

U Control-Plane architektury komunikuje server a zařízení prostřednictvím signálních kanálů (SS7). Toto řešení vyžaduje, aby byly poskytovány odpovídající protokoly a rozhraní v celé mobilní síti. Control-Plane architektura totiž vyžaduje rozsáhlé úpravy síťové infrastruktury podle odpovídajících standardů, které byly vyvinuty v rámci projektu 3GPP (3rd Generation Partnership Project) [3].

### 4.2 User-Plane architektura

U User-Plane architektury komunikuje lokalizační server přímo s mobilním zařízením prostřednictvím vyšší vrstvy protokolu IP, který je zaintegrovan do mobilní komunikační sítě. Radiová a ústřednová část mobilní sítě tak zůstávají beze změny [1], [3].



obr. 6 u User-Plane architektury nemusí být provedený žádné úpravy mobilní sítě

### 4.3 SUPL architektura

SUPL byl vyvinut OMA (Open Mobile Alliance). SUPL standardy potvrzují AGPS jako nejpreciznější technologii k určování polohy, jaké jsou v dnešní době k dispozici.

SUPL architektura se skládá ze dvou základních prvků:

- SUPL Enabled terminál (SET)
- SUPL lokační platforma (SLP)

SET je mobilní zařízení jako je telefon nebo PDA, který byl nakonfigurován pro podporu přenosu SUPL. SLP je server nebo síťové zařízení, které zpracovává úkoly spojené s ověřením uživatele, žádostí o lokalizaci, lokalizační aplikace atd.[3], [15].

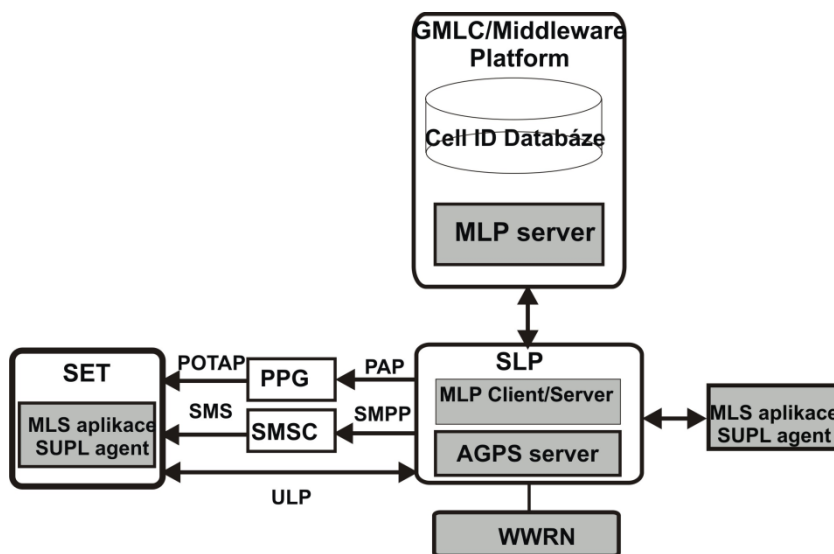
Základní síla SUPL je v tom, že je zde možné využít stávající protokoly, IP spojení a datové nosné kanály. SUPL standardy doplňují a jsou kompatibilní s Control- Plane standardy. SUPL podporuje Control- Plane protokoly vyvinuté pro výměnu lokalizačních údajů mezi mobilním zařízením a bezdrátovou sítí, včetně RRLP a TIA- 8014. SUPL také podporuje MLP (Mobile Location Protokol) a ULP (User Location Protokol). MLP se používá při výměně LBS dat mezi SLP a GMLC, nebo mezi dvěma SLP. ULP se používá při výměně LBS dat mezi SLP a SET [15], [16].

#### 4.3.1 SUPL vs. Control Plane

- Serving Mobile Location Center (SMLC) – ovládá koordinaci a plánování zdrojů potřebných pro nalezení mobilního zařízení
- Gateway Mobile Location Center (GMLC) – řídí dodání polohových dat, uživatelská oprávnění a další.

Integrace SMLC a GMLC do Control Plane vyžaduje multi-platformní aktualizace. Čím více stran se účastní přenosu, tím více je míst, kde může dojít k chybě. LBS skrze SUPL je mnohem méně náročný. SLP převezme většinu úkolů, které by jinak byly přiřazeny k SMLC a GMLC, čímž se výrazně sníží vzájemné vlivy s Control- Plane prvky. SUPL podporuje stejné protokoly pro lokalizační údaje, které byly vyvinuty pro Control- Plane, což znamená malé nebo žádné nutné úpravy Control- Plane rozhraní [16].

#### 4.3.2 SLP architektura



obr. 7. Blokové schéma SLP architektury [16]

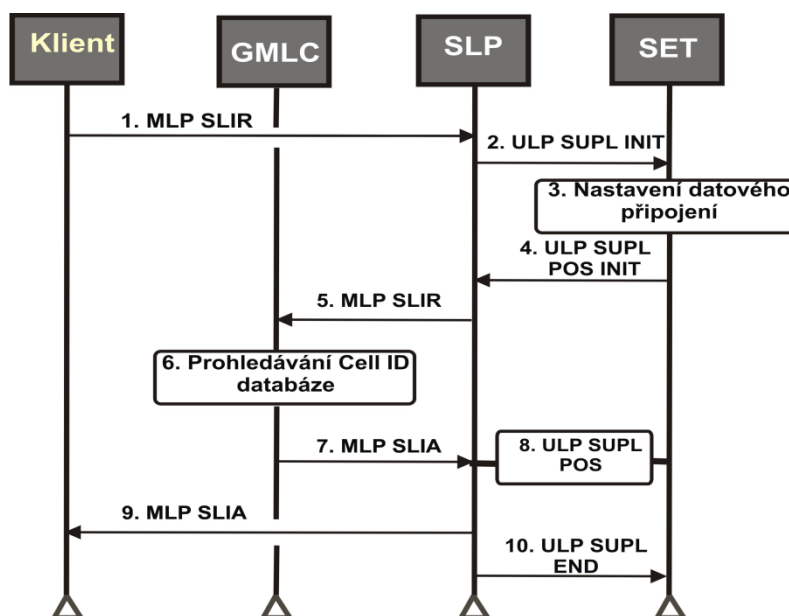
- **SLP** - SUPL lokační platforma, která je ve střední části obrázku 7. je odpovědná za všechny aspekty SUPL komunikace mezi SET a zbývajících částmi SUPL. SLP také poskytuje AGPS všechny datové služby z vestavěného serveru AGPS, včetně poskytování asistenčních dat a provádění výpočtů polohy.
- **SET** – SET blok je v levé části obr. 7. SUPL agent zpracovává lokalizační operace mezi SLP a SET. Interakce mezi SET a SLP se provádí pomocí ULP protokolu a TCP/IP protokolu, které mohou být použity GPRS, EDGE nebo jinými rozhraními schválenými pro používání SUPL systému.
- **GMLC/Middleware platforma**- komunikace mezi SLP a GMLC se provádí pomocí MLP. Základní transportní mechanismus je protokol TCP/IP .
- **WWRN**- celosvětová síť referenčních stanic, je umístěna ve střední části obrázku 7. WWRN poskytuje asistenční data GPS (konstelace satelitů, almanach atd.) do AGPS serveru v SLP. Specifický transportní mechanismus je UDP protokol. SLP dostává toky dat od všech zdrojů WWRN současně.
- **LBS aplikace/ SUPL agent** – LBS aplikace je aplikace, která žádá a využívá lokalizační informace. SUPL agent je zodpovědný za získání přístupu k síťovým zdrojům nezbytným pro získání polohy.
- **SMSC a PPG rozhraní** – tato rozhraní podporují SET zprávy. Síťové volání: SLP nejprve informuje SET a SET pak musí vytvořit IP spojení k SLP. Oznámení SET z SLP lze provést SMS, pomocí SMSC, které využívá SMPP protokol (Short Message Peer- to- Peer) nebo WAP ( Wireless Application protokol) na PPG. Pro komunikaci prostřednictvím SMSC nebo PPG se používá

základní datový nosič TCP/IP, který je společným znakem celého SUPL standardu [16].

#### 4.3.3 Pohyb v síti

SLP a SET komunikují skrz ULP – binární protokol, který podporuje osm základních hlášení. Tato hlášení se používají k zahájení SUPL relace, výměně pozice, ověřování dat a ukončení SUPL relace.

Komunikace mezi SLP, klientskou aplikací a GMLC se provádí pomocí MLP. Pouze dva typy MLP zprávy, SLIR (Standard Location Immediate Request) a SLIA (Standard Location Immediate Answer), mohou být využity u obou transakcí [1], [16].



obr. 8. Struktura síťové žádosti [16]

Postup:

Krok 1. Klient se dotazuje prvku SET na polohu zasláním zprávy SLIR na SLP. Zpráva obsahuje identifikátor cílového SET, možnosti určení polohy, směrování informací a transakční kód. SLP ověří požadavek a pak určí, zda bude operace vycházet ze zdroje AGPS nebo z jiného zdroje k určování polohy.

Krok 2. SLP pošle zprávu SUPL INIT cílenou do SET prostřednictvím SMS nebo WAP push. Zpráva obsahuje přístupový kód, adresu pro SLP, parametry pro danou metodu, která bude použita a unikátní vygenerované ID SLP.

Krok 3. SET ověří přístupový kód a připojuje se k IP síti prostřednictvím GPRS, EDGE nebo jinými prostředky

Krok 4. SET vytváří bezpečné spojení s SLP a pošle mu zprávu SUPL POS INIT. Zpráva obsahuje Cell ID, žádost o asistovaná data a také unikátní ID vygenerované prvkem SET. SUPL

POS INIT obsahuje také „hash“ nebo šifrovací destinaci SUPL INIT zprávy. SLP používá pro ověření SUPL INIT zprávu.

Krok 5. SLP ověřuje hash a pošle SLIR zprávu do GMLC. Zpráva obsahuje ID SET, přístupový kód pro SET a Cell ID.

Krok 6. GMLC ověří požadavek, potom prohledá svoji databázi Cell ID pro nalezení zeměpisné šířky a délky odkazované ve zprávě SLIR. Zeměpisná šířka a délka z Cell ID bude sloužit jako výchozí pozice pro výpočet polohy.

Krok 7. GMLC pošle zprávu SLIA do SLP. Zpráva obsahuje soubor s hrubou pozicí a identifikační číslo, které odpovídá přístupovému kódu zaslaného v kroku 5.

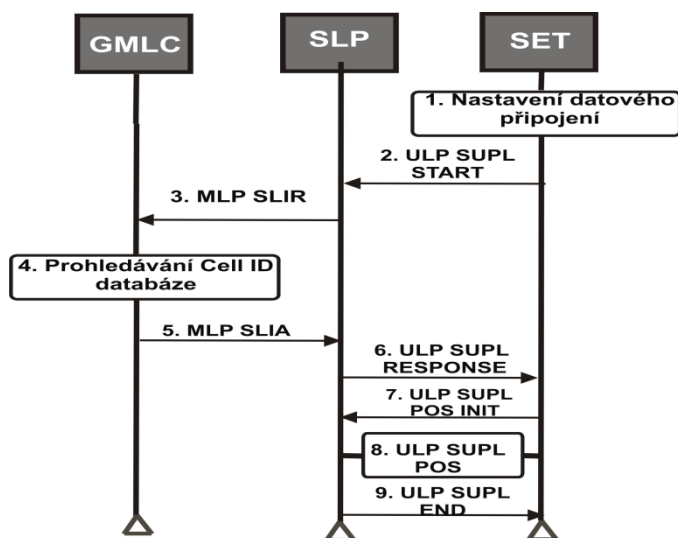
Krok 8. SLP ověřuje identifikační číslo a odešle SUPL POS zprávu SET pro spuštění procesu výpočtu pozice vycházející z hrubé pozice zaslané GMLC. Zpráva obsahuje unikátní ID, které je kombinováno z ID generované přes SLP a SET v krocích 2 a 4. Toto kombinované ID bude použito ve všech ostatních zprávách vyměňovaných mezi SET a SLP.

SUPL POS zpráva zapouzdřuje zprávy od některého z protokolů schválených k určování polohy (RRLP6, TIA-801, RRC). SET a SLP si mohou vyměnit i několik SUPL POS zpráv při provádění výpočtu pozice.

Krok 9. Vypočtená pozice pro SET je poslána zpět do aplikace klienta v podobě zprávy SLIA. Zpráva obsahuje zeměpisnou šířku a délku SET, stejně jako ID číslo, které odpovídá transakčnímu kódu v kroku 1.

Krok 10. Bezprostředně po odeslání cílové pozice SET do aplikace klienta, SLP pošle SUPL END zprávu SET. Tato zpráva ukončuje operace SLP a SET. GMLC nebo klient mohou dokončit dodatečné úkoly [16].

Zahájení požadavku:



obr. 9. SET- zahájení požadavku [16]

Postup:

Krok 1. SET se připojí k IP síti prostřednictvím GPRS, EDGE nebo jinými prostředky [18].

Krok 2. SET vytváří zabezpečené připojení s SLP a posílá SUPL START zprávu. Zpráva obsahuje Cell ID, profil SET, parametry pro metodu určování polohy, unikátní ID vygenerované pomocí SET.

Krok 3. SLP odešle SLIR zprávu GMLC k získání hrubé pozice pro SET. Zpráva obsahuje SET ID, přístupový kód pro SET a Cell ID.

Krok 4. GMLC ověří požadavek, pak prohledá svoji databázi Cell ID, pak poskytne zeměpisnou šířku a délku Cell ID odkazovanou v SLIR zprávě. Zeměpisná šířka a délka z Cell ID bude sloužit jako výchozí pozice pro výpočet polohy.

Krok 5. GMLC pošle zprávu SLIA do SLP. Zpráva SLIA obsahuje zeměpisnou šířku a délku a identifikační číslo, které odpovídá přístupovému kódu zaslanému v kroku 3.

Krok 6. SLP pošle SUPL RESPONSE zprávu SET, který identifikuje metodu určování polohy, která bude použita. Dále obsahuje unikátní ID, které je kombinací ID generované SET a ID generované SLP. Toto sloučené ID bude použito ve všech zbývajících zprávách vyměňovaných mezi SET a SLP. SUPL RESPONSE zpráva může obsahovat i adresu pro SLP a ověřovací údaje v případě, pokud tato operace vyžaduje autorizaci.

Krok 7. SET pošle SUPL POS INIT zprávu SLP. Tato zpráva obsahuje některé podobné prvky jako SUPL START zpráva, ale obsahuje také žádost o asistenční data.

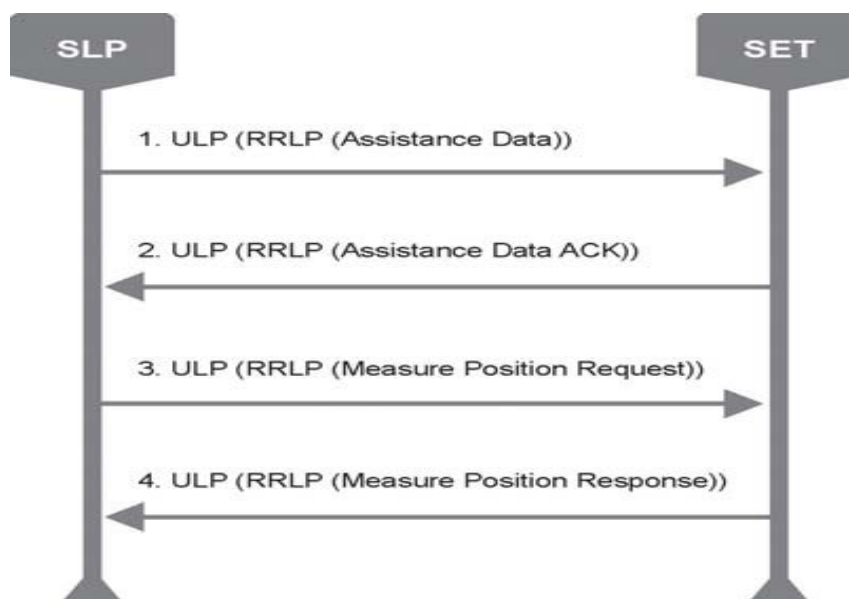
Krok 8. SLP pošle SUPL POS zprávu SET ke spuštění procesu výpočtu polohy vycházející z hrubé polohy zaslané GMLC. Některé SUPL POS zprávy mohou být vícekrát vyměněny mezi SET a SLP v průběhu výpočtu polohy.

Krok 9. SLP pošle SUPL END zprávu deklarující, že operace skončila. Jedná se o konec relace pro SET a SLP, ale GMLC může provádět další úkoly mimo relaci [1], [16].

#### 4.3.4 Tok RRLP

Informace v této části vychází z 3GPP technické specifikace pro RRLP. Specifikace 3GPP definuje jednu základní zprávu, která ukazuje, jak je použit přenos lokalizačních dat mezi mobilní stanicí a SMLC. V této části je mobilní stanice chápána jako SET a SLP bude místo SMLC. RRLP sdělení, které se používají v SUPL systému, budou zapouzdřena do SUPL protokolu ULP, který se používá při výměně dat mezi SET a SLP. Proces, který je znázorněn níže, je prezentován v osmém kroku struktury síťové žádosti (obr. 8) a SET - zahájení požadavku (obr. 9).





obr. 12 ULP/RRLP tok [16]

SLP pošle paket asistenčních dat SET. Asistenční data mohou být odeslána v několika paketech. Každý paket obsahuje dodací referenční číslo, asistenční data pro měření polohy nebo pro výpočet polohy (nebo obojí) a prvek, který označuje, jestli náhodou není jiný paket s asistenčními údaji připravován pro aktuální relaci.

Když SET obdrží kompletní sadu asistenčních dat, pošle potvrzovací paket asistenčních dat SLP. Potvrzovací paket obsahuje referenční číslo, jenž se nachází v paketu asistenčních dat, které obdržel SET.

SLP pošle Measure Position Request paket SET. Paket obsahuje referenční číslo žádosti, dobu odezvy, přesnost, metodu k určení polohy a další instrukce.

SET pošle Measure Position Response paket SLP. Jestli se výpočet polohy provádí na SLP, pak paket obsahuje GPS informace, včetně ID družic, dopplerovská data, signalizaci, chybu pseudovzdáleností a další. Pokud se výpočet polohy provádí v SET, tak paket obsahuje všechna předchozí data, plus lokalizační údaje: GPS čas v týdnu, kdy k výpočtu došlo, opravu pozice a odhadovanou pozici vypočtenou SET [1], [14], [16].

#### 4.3.5 Chyba RRLP

SET a SLP pošlou chybový paket v případě, kdy jsou doručeny neúplné nebo poškozené pakety. Chybový paket obsahuje referenční číslo poškozeného paketu, je-li k dispozici. Chybový paket obsahuje konkrétní označení chyby detekované v poškozeném paketu, jako např. nesprávné údaje, nesprávná referenční čísla, chybějící údaje a další. Pokud SET obdrží neúplný paket s asistenčními údaji, pak posílá chybový paket SLP. SLP reaguje a buď pošle znovu stejná asistenční data, nebo zašle aktualizovanou sadu asistenčních dat [16].

## 5 Měření GPS/AGPS dat pomocí Android zařízení

Android je open source platforma, která je vyvíjena pro mobilní zařízení. Operační systém Android je platforma, která je založena na jádře Linuxu. U vývoje operačního systému Android bylo bráno v potaz omezení, kterým disponují telefony a to zejména malá dostupná paměť, malá výdrž baterie, menší výkon procesoru nebo grafického čipu. Dbáno bylo hlavně na to, aby mohlo na Androidu běžet více aplikací najednou, takzvaný multitasking. V dnešní době je to jedna z nejrychleji se rozvíjející a užívaná platforma pro chytré telefony na světě. Jádro Androidu bylo navrženo tak, aby mohlo být nasazeno na různém hardwaru [9].

### 5.1 Architektura

Architektura Androidu se dělí do čtyř vrstev:

- První vrstvu tvoří jádro Linuxu. Jádro systému Android obsahuje ovladače ke komunikování s hardwarem. Je využíváno jeho velké množství vlastností, jako jsou správy procesů, paměti a sítí. Aplikace nepřistupují přímo k funkcím jádra, ale pomocí dalvik WM.
- Druhá vrstva se dělí na dvě části: první částí jsou knihovny, které využívají různé komponenty systému. Patří sem např. knihovny jazyka C, knihovny pro práci s databázemi (SQLite), knihovna pro vykreslování 3D grafiky (Open GL), knihovna pro ztvárnění bitmapových a vektorových fontů, knihovna pro přehrávání video a audio formátů (Media Libraries). Druhou část tvoří běhové prostředí Androidu, které obsahuje aplikační virtuální stroj pojmenován Dalvik [5].
- Třetí vrstva je aplikační framework. Tato vrstva je nejdůležitější pro vývojáře. Tato vrstva poskytuje velký počet služeb, které mohou být používány přímo v aplikacích [5].
- Čtvrtá vrstva. Tuto vrstvu tvoří aplikace, které využívají běžní uživatelé. Všechny aplikace bývají vytvářeny v aplikačním frameworku.

Přístup do systému je omezen na uživatelský přístup. Na některých zařízeních lze získat super user oprávnění a díky tomuto oprávnění se může plně využívat systém. Tento přístup je u Android zařízení označován jako „root“ [5],[9].

### 5.2 Instalace aplikací

U operačního systému Android jsou podporovány různé způsoby, jak nainstalovat aplikaci. Za hlavní zdroj je považován Google play, který je provozován společností Google. Aplikace Google play je již v mobilních zařízeních nainstalována. Uživatel zde může vyhledávat aplikace v katalogu. U každé aplikace je popsána její funkčnost, a uživatel si zde může pročit její hodnocení a poznámky od ostatních uživatelů. Po odsouhlasení požadovaných práv si můžete aplikaci stáhnout a nainstalovat. To platí, pokud je aplikace poskytována zdarma. Pokud je aplikace placená, tak nejdříve se daná aplikace musí zaplatit a pak je teprve možno

tuto aplikaci stáhnout a nainstalovat [5].

Další možností instalace je stáhnutí si balíčku .apk na SD kartu mobilního zařízení. Na procházení SD karty a k následné instalaci aplikací se využívá file manager.

Poslední možnost, jak si do mobilního zařízení stáhnout a posléze nainstalovat aplikaci, je si aplikaci stáhnout z jiného katalogu, jako například z Amazonu [9].

## 6 Měření doby fixací GPS a AGPS pomocí Android zařízení

Pro měření doby fixace GPS a AGPS byl zvolen mobilní telefon Samsung Galaxy S s operačním systémem Android verze 2.3.6. Pro měření doby fixace byla zvolena aplikace GPS Status.

GPS Status je aplikace, která spravuje a podává informace o aktuální poloze a GPS satelitech, které jsou v dosahu přístroje. Tato aplikace umožňuje zobrazovat, označovat nebo sdílet pozici, rychlost, zrychlení a další ukazatele. Jednou z mála funkcí je také elektronický kompas pro orientování prostřednictvím světových stran [4].

Nejprve jsem potřeboval aktivovat datový balíček pro internet v mobilu. Jako první jsem zkusil nastavit telefon pomocí SMS zprávy pomocí operátora. Operátor O2 nemohl tento telefon nastavit pro fungování internetu a proto bylo nutné tento telefon nastavit manuálně. To se provede takto:

Stisknu na ploše telefonu ikonu Aplikace => dále pak Nastavení => Bezdrátová síť => Mobilní síť => Názvy přístupových bodů.

Stisknu tlačítko menu a zvolím Nový název přístupového bodu. Dále vyplním nastavení takto:

- Jméno: O2internet
- APN: internet
- Proxy: -
- Port: -
- Uživatelské jméno: -
- Heslo: -
- Server: -
- MMSC: -
- Server Proxy MMS: -
- Port MMS: -
- MCC: 230
- MNC: O2
- Typ ověřování: PAP
- Typ přístupového bodu: internet

Stisknu tlačítko Menu a zvolím Uložit. Dále pak musím aktivovat přístupový bod dotykem. Pak už jen stačí telefon vypnout a následně zapnout a internet v mobilu by měl fungovat. [8]

Dále jsem otevřel aplikaci Android Market, kde jsem se zaregistroval. Potom jsem stáhnul a nainstaloval aplikaci GPS Status pro měření.

Lokality pro měření byly vybírány podle hustoty zastavěných oblastí. Lokality jsem rozdělil takto:

- volné prostranství
- středně zastavěné oblasti
- extrémně zastavěné oblasti

Měření probíhala takto:

U měření doby fixace GPS byl vypnut internet, aby si aplikace nemohla stáhnout asistenční data. Spustil jsem aplikaci a změřil fixační dobu. Dále jsem vymazal vnitřní paměť GPS, aby si „nepamatovala“ poslední získanou pozici. Takto to probíhalo u každého měření ještě 4 krát. Všechny naměřené fixační doby jsem zprůměroval. Takto jsem postupoval i u dalších míst.

U měření doby fixace AGPS byla nejdříve vymazána GPS paměť modulu. Dále byl zapnut internet, byla stažena asistovaná data a změřena doba fixace. Opět byla smazána vnitřní paměť modulu GPS a měření se opakoval. Každé místo bylo změřeno celkem 5 krát a tyto hodnoty byly taktéž zprůměrovány.

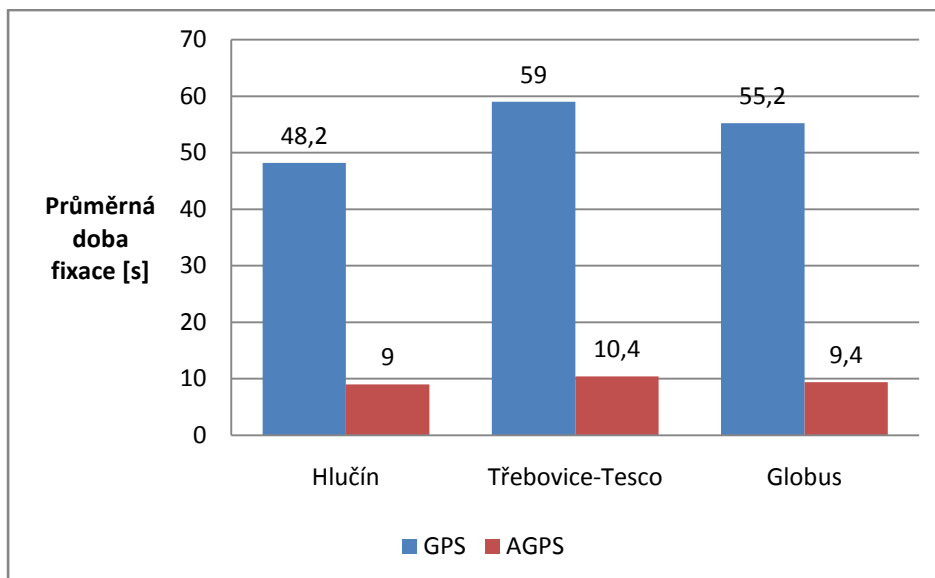
#### 1.) Volné prostranství

| Hlučín- volné prostranství |    |    |    |    |    |             |
|----------------------------|----|----|----|----|----|-------------|
| č. měření                  | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | $\phi$      |
| <b>GPS [s]</b>             | 48 | 49 | 48 | 49 | 47 | <b>48,2</b> |
| <b>AGPS [s]</b>            | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | <b>9</b>    |
| Třebovice- Tesco           |    |    |    |    |    |             |
| č. měření                  | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | $\phi$      |
| <b>GPS [s]</b>             | 59 | 59 | 60 | 59 | 58 | <b>59</b>   |
| <b>AGPS [s]</b>            | 10 | 12 | 11 | 10 | 9  | <b>10,4</b> |
| Globus                     |    |    |    |    |    |             |
| č. měření                  | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | $\phi$      |
| <b>GPS [s]</b>             | 53 | 57 | 54 | 58 | 54 | <b>55,2</b> |
| <b>AGPS [s]</b>            | 10 | 9  | 9  | 10 | 9  | <b>9,4</b>  |

Tabulka č. 1 Volné prostranství

Ve volném prostranství byla nejnižší průměrná doba fixace GPS 48,2 vteřiny a to v Hlučíně. Nejvyšší průměrná doba fixace byla naměřena v Třebovicích, u obchodního domu Tesco, a trvala 59 vteřin. Nejkratší fixace GPS proběhla u pátého měření v Hlučíně a trvala 47 vteřin. Naopak nejdéle trvala fixace při třetím měření v Třebovicích u obchodního domu Tesco. Tato fixace trvala 60 vteřin.

Pokud máme k dispozici asistovaná data, tak je průměrná doba fixace AGPS přibližně 5 krát menší. Nejrychlejší průměrná fixace byla 9 vteřin, naopak nejdelší 10,4 vteřiny.



Graf č. 1 Porovnání průměrné doby fixace ve volném prostoru

## 2.) Středně zastavěné oblasti

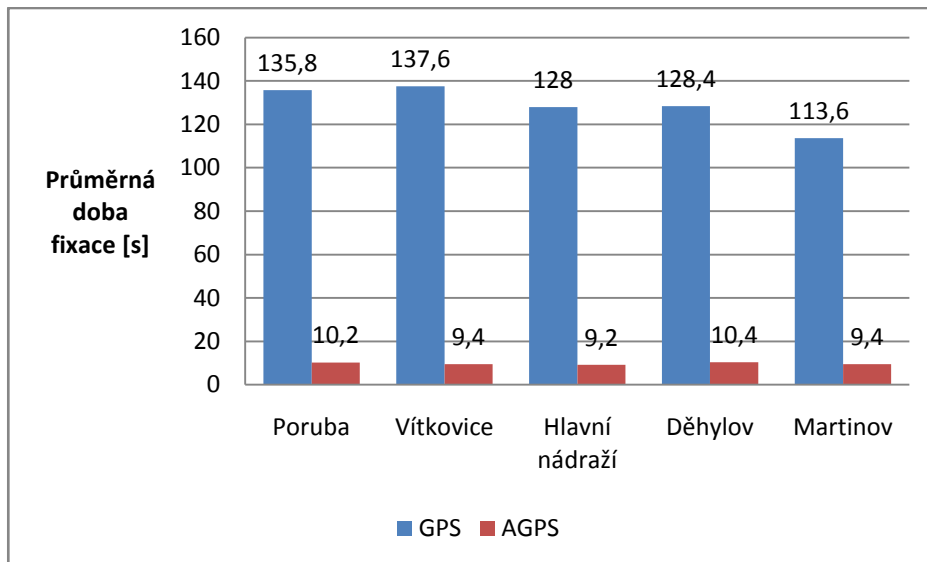
|                |     |     |     |     |     |              |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|
| Poruba         |     |     |     |     |     |              |
| č. měření      | 1.  | 2.  | 3.  | 4.  | 5.  | $\phi$       |
| GPS [s]        | 144 | 122 | 130 | 146 | 137 | <b>135,8</b> |
| AGPS [s]       | 10  | 10  | 10  | 11  | 10  | <b>10,2</b>  |
| Vítkovice      |     |     |     |     |     |              |
| č. měření      | 1.  | 2.  | 3.  | 4.  | 5.  | $\phi$       |
| GPS [s]        | 137 | 131 | 136 | 145 | 139 | <b>137,6</b> |
| AGPS [s]       | 10  | 9   | 9   | 10  | 9   | <b>9,4</b>   |
| Hlavní nádraží |     |     |     |     |     |              |
| č. měření      | 1.  | 2.  | 3.  | 4.  | 5.  | $\phi$       |
| GPS [s]        | 123 | 134 | 127 | 127 | 129 | <b>128</b>   |
| AGPS [s]       | 9   | 9   | 9   | 10  | 9   | <b>9,2</b>   |
| Děhylov- údolí |     |     |     |     |     |              |
| č. měření      | 1.  | 2.  | 3.  | 4.  | 5.  | $\phi$       |
| GPS [s]        | 122 | 132 | 132 | 126 | 130 | <b>128,4</b> |
| AGPS [s]       | 9   | 13  | 12  | 9   | 9   | <b>10,4</b>  |
| Martinov       |     |     |     |     |     |              |
| č. měření      | 1.  | 2.  | 3.  | 4.  | 5.  | $\phi$       |
| GPS [s]        | 135 | 86  | 116 | 110 | 121 | <b>113,6</b> |
| AGPS [s]       | 9   | 9   | 10  | 9   | 10  | <b>9,4</b>   |

Tabulka č. 2 Středně zastavěné oblasti

V středně zastavěných oblastech byla naměřena nejnižší průměrná fixace GPS 113,6 sekund a to v Martinově. Nejvyšší průměrná doba fixace GPS byla 137,6 vteřiny a to ve Vítkovicích. Nejnižší doba fixace proběhla při druhém měření v Martinově a trvala 86 vteřin.

Nejdéle trávající fixace proběhla při čtvrtém měření v Porubě a trvala 146 vteřin.

U AGPS byla nejmenší průměrná doba fixace 9,2 vteřiny a to u Hlavního vlakového nádraží. Největší průměrná hodnota fixace AGPS byla 10,4 vteřiny. Doba fixace AGPS je zhruba 12,5 krát rychlejší, než fixace u GPS.



Graf č. 2 Porovnání průměrné doby fixace v středně zastavěné oblasti

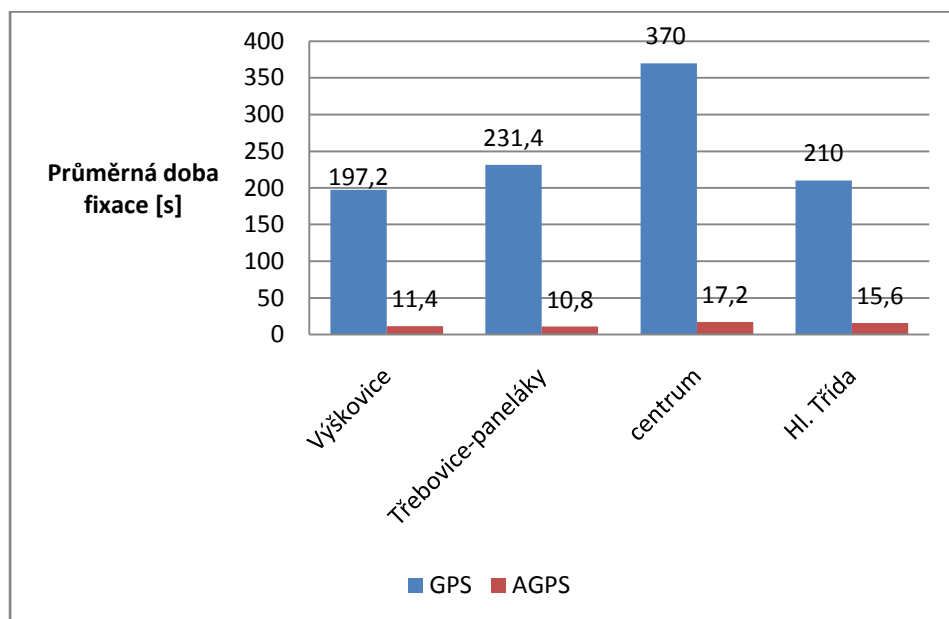
3.)Velká četnost vysokých budov v extrémně zastavěné oblasti

|                             |     |     |     |     |     |              |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|
| Výškovice- paneláky         |     |     |     |     |     |              |
| č. měření                   | 1.  | 2.  | 3.  | 4.  | 5.  | φ            |
| <b>GPS [s]</b>              | 193 | 189 | 210 | 196 | 198 | <b>197,2</b> |
| <b>AGPS [s]</b>             | 12  | 11  | 12  | 12  | 10  | <b>11,4</b>  |
| Třebovice- mezi paneláky    |     |     |     |     |     |              |
| č. měření                   | 1.  | 2.  | 3.  | 4.  | 5.  | φ            |
| <b>GPS [s]</b>              | 235 | 240 | 224 | 230 | 228 | <b>231,4</b> |
| <b>AGPS [s]</b>             | 11  | 11  | 11  | 10  | 11  | <b>10,8</b>  |
| Centrum- zastavěná oblast   |     |     |     |     |     |              |
| č. měření                   | 1.  | 2.  | 3.  | 4.  | 5.  | φ            |
| <b>GPS [s]</b>              | 430 | 348 | 358 | 362 | 352 | <b>370</b>   |
| <b>AGPS [s]</b>             | 23  | 16  | 15  | 16  | 16  | <b>17,2</b>  |
| Hl. Třída- zastavěná oblast |     |     |     |     |     |              |
| č. měření                   | 1.  | 2.  | 3.  | 4.  | 5.  | φ            |
| <b>GPS [s]</b>              | 181 | 228 | 179 | 241 | 221 | <b>210</b>   |
| <b>AGPS [s]</b>             | 13  | 15  | 13  | 23  | 14  | <b>15,6</b>  |

Tabulka č. 3 Extrémně zastavěné oblasti

Nejnižší průměrná hodnota fixace GPS byla naměřena ve Výškovicích a to 197,2 sekundy (3 minuty a 17 vteřin). Nejvyšší průměrná hodnota byla naměřena v centru Ostravy a to 370 vteřin (6 minut a 10 vteřin), což je opravdu dlouhá doba fixace. Nejvyšší naměřená hodnota fixace proběhla při prvním měření v centru Ostravy a ta trvala dokonce 430 vteřin (7 minut a 10 vteřin).

U AGPS se průměrná doba fixace oproti předešlému měření zvedla jen nepatrně. Nejnížší průměrná hodnota byla naměřena v Třebovicích a to 10,8 sekundy. Nejvyšší průměrná hodnota fixace AGPS byla 17,2 vteřiny a to v centru Ostravy. U extrémně zastavěných oblastí vzrostla dokonce doba fixace GPS oproti AGPS přibližně na 19 násobek doby AGPS.



Graf č. 3 Porovnání průměrné doby fixace v extrémně zastavěné oblasti

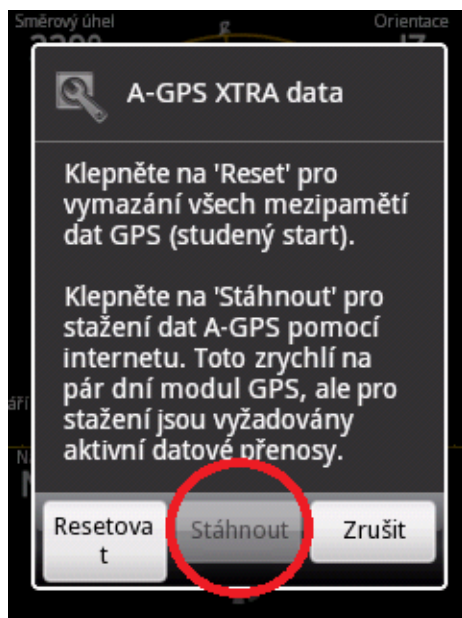
Všechna měření probíhala v Ostravě a jejím blízkém okolí.



## 7. Možnost přenosu asistovaných dat v jiném než v datovém kanále

Zde vyvstává otázka, jak by se jinak, než přes internet, mohla do úložiště AGPS dat dostat asistovaná data. I v dnešní době je internet docela drahá záležitost a já bych se pokusil v této kapitole rozvést, jak by šlo teoreticky dostat tato data do úložiště AGPS dat.

1.) je potřeba mít vhodnou aplikaci, která si stahuje asistovaná data ze serveru. K tomu mi posloužila aplikace GPS Status, kde si mohu v libovolný okamžik tyto data stáhnout viz. obr.13.

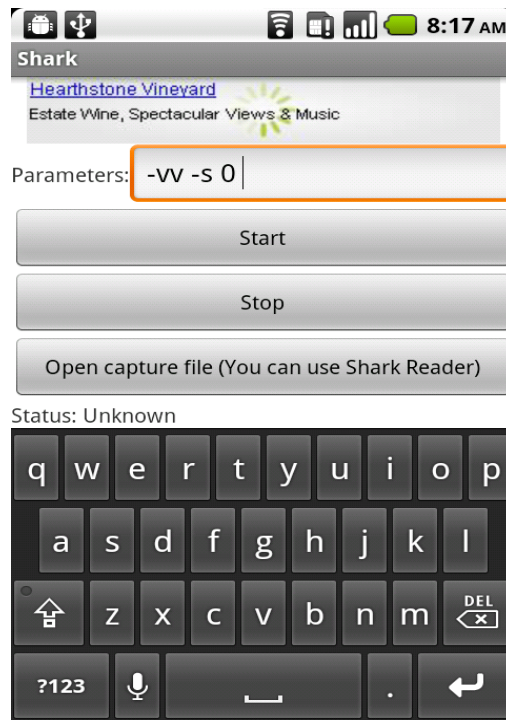


obr. 13 GPS Status- správa GPS

2.)Dále je potřeba mít nějakou aplikaci pro zachytávání veškeré komunikace mobilního telefonu. K tomuto mi posloužila aplikace s názvem Shark For Root.

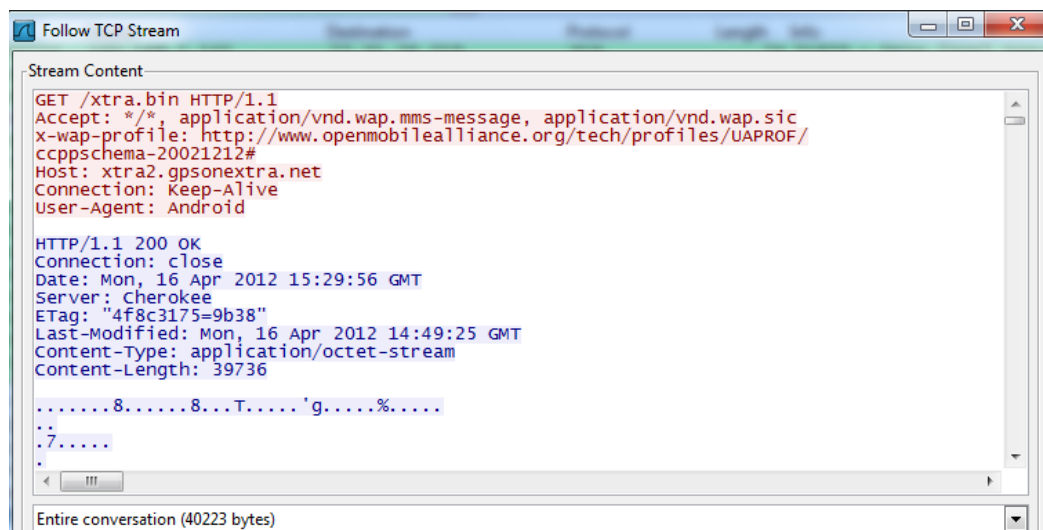
Této aplikaci se taktéž říká zkráceně Andro Shark. Jedná se o upravenou verzi programu Wireshark. Tato aplikace je určena pro mobilní telefony s operačním systémem Android. Shark For Root monitoruje veškerou aktivitu v síti a výstupy jsou uloženy do souboru s příponou .pcap. Jediná nevýhoda tohoto programu je, že zde není možnost sledování právě přenášených dat. Pro operační systém Android je k dispozici program Shark Reader, který umí uložené soubory .pcap načíst a zpracovat. Existuje další možnost, jak uložená data zpracovat.

Překopírovat zachycená data (s příponou .pcap) do počítače a tyto data otevřít a pracovat s nimi v programu Wireshark. Aby bylo možné použít aplikaci Shark For Root, tak jak je již z názvu této aplikace patrné, je potřeba, aby byl u mobilní telefon aktivován root přístup. Na obr. 14 je vidět, jak vypadá program Shark For Root. [4]



obr. 14 Shark For Root

Pro odchytnutí dat jsem si spustil program Shark For Root. Dále jsem si spustil aplikaci GPS Status a v nástrojích jsem si nechal stáhnout asistovaná data do mobilního telefonu. Program Shark for Root jsem ukončil. Pro zanalyzování dat jsem uložený soubor se síťovou komunikací překopíroval do PC a otevřel v programu Wireshark.



obr. 15 Zachycená AGPS data

Ze zachycené komunikace vyplynulo, že velikost stažených dat je 39 736 bajtů. Zachycená data mají binární formát a jsou pojmenovaná xtra.bin. Tyto data jsou zakódována ve

formátu ASN.1. [6], [7]

Vyvstává otázka, jak by se dala teoreticky přibližná velikost těchto dat dostat do úložiště AGPS dat. Jedna varianta by byla teoreticky pomocí SMS. Dále se pak nabízí druhá varianta a to pomocí MMS.

## 8 Závěr

V úvodu této bakalářské práce jsem v druhé kapitole popsal fungování a strukturu GPS. Ve třetí kapitole se zabývám principem a fungováním sítě AGPS. V další kapitole popisují do podrobnosti architekturu AGPS.

V praktické části jsem zvolil dvanáct míst v Ostravě a jejím okolí. Cílem bylo porovnat dobu fixace GPS a AGPS. Místa byla vybrána kategoricky od volného prostranství, přes středně zastavěné oblasti a až po hustě zastavěnou oblast s výškovými budovami (centrum Ostravy). Z teorie se potvrdilo, že když má GPS modul k dispozici asistovaná data, tak má rychlejší dobu fixace. Na volném prostranství nebyl tento rozdíl až tak markantní, činil přibližně pětinašobek doby GPS fixace bez asistovaných dat. Ve středně zastavěných oblastech už byla situace poněkud horší. Doba fixace AGPS byla v průměru 12,5 krát kratší. Podle očekávání nejhůře dopadly extrémně zastavěné oblasti s výškovými budovami. Zde už byl rozdíl fixace GPS velice markantní, činil totiž v průměru 19 násobek doby fixace AGPS. V této oblasti byla naměřena ze všech měření i největší hodnota doby fixace GPS, která činila 430 vteřin (7 minut a 10 sekund). Ve volném prostranství a ve středně zastavěných oblastech se pohybovala doba fixace AGPS v rozmezí 9- 12 sekund. V extrémně zastavěných oblastech se doba fixace AGPS pohybovala v rozmezí 10- 23 vteřinami, což je s porovnáním doby fixace GPS opravdu velký rozdíl.

Pomocí programu Shark For Root jsem odchytil asistenční data. Velikost asistenčních dat byla 39 736 bajtů. Zachycená data mají binární formát a jsou pojmenována xtra.bin. Tato data jsou zakódována ve formátu ASN1. Tato data by se dala teoreticky přenést do úložiště AGPS dat buď pomocí SMS nebo MMS.

V rámci dalšího vývoje této myšlenky by se mohla vytvořit aplikace, která by stahovala a dekovala AGPS data a předávala je do úložiště AGPS dat.

## Použitá literatura

- [1] VAN DIGGELEN, Frank Stephen Tromp. *A-GPS: assisted GPS, GNSS, and SBAS*. Boston: Artech House, c2009, 380 s. The GNSS technology and applications series (Artech House). ISBN 978-1-59693-374-3.
- [2] STEINER, Ivo a Jiří ČERNÝ. *GPS od a do z*. 4, aktual. vyd. Praha: eNav, 2006, 264 s. ISBN 80-239-7516-1.
- [3] JEAN-MARIE ZOGG. *GPS und GNSS: Grundlagen der Ortung und Navigation mit Satelliten* [online]. 2011. vyd. 2011 [cit. 2012-04-30]. ISBN GPS-X-01006-B-Z4. Dostupné z: [http://zogg-jm.ch/Dateien/Update\\_Zogg\\_Deutsche\\_Version\\_Jan\\_09\\_Version\\_Z4x.pdf](http://zogg-jm.ch/Dateien/Update_Zogg_Deutsche_Version_Jan_09_Version_Z4x.pdf)
- [4] KILIÁN, Karel. Nejlepší aplikace pro rootnuté telefony – 1. díl. In: *Svět Androida* [online]. 2012 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://www.svetandroida.cz/nejlepsi-aplikace-pro-rootnute-telefony-1-dil-201203>
- [5] MARVAN, Filip. Mobilní operační systém Android. In: *Diit.cz* [online]. 2011 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://diit.cz/clanek/android-jaky-je>
- [6] SUPL Terminal Function Tests and Software Emulation. In: *Anrlts* [online]. 2009, 2011 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: [http://downloadfile.anritsu.com/Files/en-US/Brochures-Datasheets-Catalogs/Brochure/MX848600A\\_E1100.pdf?f4739ea0f83b43ad1015d3907ebcf8be9c853e3970826d583991cf23a2e337c48dd9d012fd9ec497003ddfabe8982cfd1935f8be1a285212b05582e46199fcf1f23c6daebe27f9c6a2aa02e40b9a295ac821d32c729bd6e526edefeaf6d72e647c0d153c649d93952b59b07ac87f04a0a8045dbea351fc18322120fb&MX848600A\\_E1100.pdf](http://downloadfile.anritsu.com/Files/en-US/Brochures-Datasheets-Catalogs/Brochure/MX848600A_E1100.pdf?f4739ea0f83b43ad1015d3907ebcf8be9c853e3970826d583991cf23a2e337c48dd9d012fd9ec497003ddfabe8982cfd1935f8be1a285212b05582e46199fcf1f23c6daebe27f9c6a2aa02e40b9a295ac821d32c729bd6e526edefeaf6d72e647c0d153c649d93952b59b07ac87f04a0a8045dbea351fc18322120fb&MX848600A_E1100.pdf)
- [7] Analogie ASN.1. In: BÁRTA, Václav. *Root.cz* [online]. 2004 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/analogie-asn1/>
- [8] ] Samsung Galaxy S II. In: *O2* [online]. 2011 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://www.o2.cz/osobni/techzona-mobilni-telefony/samsung-galaxy-s-ii.html?article=241471>
- [9] What is Android?. In: *Android Developers* [online]. 2012 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html>
- [10] IGS Tracking Network. In: *Tracking Network* [online]. 2012 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://igscb.jpl.nasa.gov/network/netindex.html>
- [11] Co to je GPS? Historie a úvod do problematiky. In: *CE4YOU* [online]. 2005 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://www.ce4you.cz/articles/detail.asp?a=244>
- [12] GPS. In: *Infrared.cz* [online]. 2002 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://www.infrared.cz/Technologie/GPS/>
- [13] HJELM, Johan. *Creating location services for the wirelles web: professional developer's guide*. New York: Wiley, c2002, 431 s. ISBN 04-714-0261-3.
- [14] AGPS. In: *Siemens.cz* [online]. 2005 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: [http://www.siemens.cz/siemjet/cz/home/ic/enterpriseNetworks/press/releases/archive/Main\\$pag eletManager\\$PressList\\$AssetGrid-gotoItem/15266.jet](http://www.siemens.cz/siemjet/cz/home/ic/enterpriseNetworks/press/releases/archive/Main$pag eletManager$PressList$AssetGrid-gotoItem/15266.jet)

[15] AGPS. In: *Siemens.cz* [online]. 2005 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: [http://www.siemens.cz/siemjet/cz/home/ic/enterpriseNetworks/press/releases/archive/Main\\$paletManager\\$PressList\\$AssetGrid-gotoItem/15266.jet](http://www.siemens.cz/siemjet/cz/home/ic/enterpriseNetworks/press/releases/archive/Main$paletManager$PressList$AssetGrid-gotoItem/15266.jet)

[16] Secure User Plane Location. In: *Broadcom.com* [online]. 2007 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://www.broadcom.com/collateral/wp/SUPL-WP100-R.pdf>